

C.I.P.S.

MATHEMATICAL MODEL
OF THE POLLUTION IN NORTH SEA.

TECHNICAL REPORT
1971/0:Sed.I.

This paper not to be cited without prior reference to the author

RAPPORT SUR LA CAMPAGNE DE MESURE EN MER DU NORD
DE JANVIER ET FEVRIER 1971.

par

R. WOLLAST.

Lab. de Géologie et Sédimentologie (U.L.B.)

Le présent rapport comprend la liste des résultats des mesures de turbidité et des analyses des sédiments prélevés pendant la campagne de mesure.

Certaines analyses n'ont pas encore pu être effectuées, telles que celles du mercure et du cadmium, étant donné que nous ne disposons pas de l'appareillage adéquat actuellement.

En ce qui concerne le mercure, l'appareil en voie d'acquisition par le Professeur ELSKENS doit convenir aux analyses de sédiments.

Le cadmium pose un problème plus délicat. Nous espérons obtenir des résultats à un niveau semi-quantitatif à l'aide de la spectroscopie d'émission. Nous n'avons pas pu utiliser cet appareil pour cette campagne étant donné qu'il a été endommagé au cours de l'incendie de l'Université et ne fonctionne à nouveau que depuis deux semaines.

L'analyse des substances en suspension nécessite l'utilisation d'une centrifugeuse à bord du bateau, en vue de récolter une quantité suffisante d'échantillons. Il nous a toutefois paru utile d'étudier la possibilité d'analyser directement le solide recueilli sur filtre millipore au moyen de la fluorescence des rayons X.

Des résultats très encourageants ont déjà été obtenus et nous espérons pouvoir utiliser cette méthode en routine, ce qui permettrait de faire un grand nombre d'analyses de certains éléments. Nous consacrerons incessamment un rapport spécial à ce sujet.

Signalons enfin que l'absorption atomique a donné jusqu'à présent des résultats décevants. On se trouve à la limite de détection de la méthode pour des prises d'échantillon raisonnables. Ce problème reste à l'étude.

MATIERES SOLIDES EN SUSPENSION.

Filtration sur millipore 0,45 μ .

Solide séché à 80°C.

Echantillon n°	mg/l	Echantillon n°	mg/l
M01.230171.00.1400	18,9	M04.310171.00.945	7,4
M01.230171.05.1400	22,3	M04.310171.12.945	6,0
M01.230171.07.1400	22,6	M04.310171.25.945	5,4
M01.230171.00.1700	27,2		
M01.230171.05.1700	26,6	M05.020271.00.1330	9,6
M01.230171.07.1700	37,7	M05.020271.10.1330	10,6
M01.230171.00.2000	23,8	M05.020271.21.1330	15,4
M01.230171.05.2000	18,5	M05.020271.00.1600	7,8
M01.230171.07.2000	20,4	M05.020271.10.1600	9,4
		M05.020271.21.1600	16,0
M02.280171.00.1700	161,4	M05.020271.00.1900	7,8
M02.280171.05.1700	191,0	M05.020271.10.1900	10,0
M02.280171.07.1700	23,8	M05.020271.21.1900	10,2
M02.280171.00.2100	156,4	M05.020271.00.2200	6,6
M02.280171.05.2100	116,4	M05.020271.10.2200	6,2
		M05.020271.21.2200	10,0
M03.300171.00.1400	14,2		
M03.300171.12.1400	16,0	M06.040271.00.1130	4,8
M03.300171.24.1400	21,0	M06.040271.14.1130	5,6
M03.300171.00.1730	8,8	M06.040271.28.1130	8,8
M03.300171.12.1730	14,4	M06.040271.00.1430	7,0
M03.300171.24.1730	12,0	M06.040271.14.1430	7,0
M03.300171.00.2030	6,8	M06.040271.28.1430	9,6
M03.300171.12.2030	9,8		
M03.300171.24.2030	9,8		
M03.300171.00.2400	15,6		
M03.300171.12.2400	20,8		
M03.300171.24.2400	23,4		

I. PERTES AU FEU.

La perte au feu à 550 ° correspond au départ d'eau des argiles et hydroxydes ainsi qu'à la combustion de la matière organique. Les pertes au feu de 500 à 1000°C correspondent essentiellement à la décomposition des carbonates. Ces grandeurs permettent de caractériser la nature du sédiment en fonction des paramètres

- matière argileuse et associée
- carbonates
- minéraux du type détritique (quartz, feldspaths, etc...),

qui sont les éléments constitutants principaux de ces sédiments.

Rappelons que les polluants s'accumulent surtout dans la fraction argileuse et organique, faiblement dans les carbonates, pas du tout dans les minéraux détritiques.

II. RESULTATS.

<u>Lieu</u>	<u>% P.F. 550°C</u>	<u>% P.F. 550°-1000°C</u>	<u>% P.F. 1000°C</u>
01	6.16	6.35	11.51
02	2.21	2.10	4.31
03	1.69	5.37	7.06
04	1.96	10.18	12.14
05	7.84	5.60	13.44
06	1.50	6.31	7.81
07	3.74	4.51	8.25

Le diagramme triangulaire ci-joint permet de situer ces sédiments. Les échantillons 01 et 05 sont argileux.

L'échantillon 04 contient des quantités appréciables de carbonates (débris de coquilles abondants).

L'échantillon 02 est un sable assez pur.

Ces observations ont été confirmées par l'analyse minéralogique au moyen de la diffraction des rayons X dont les résultats sont résumés dans le tableau suivant.

	01	02	03	04	05	06	07
quartz	++	+++	+++	++	++	+++	++
felspaths orthose	+	+	-	-	+	-	-
plagioclase	+	+	-	-	+	+	-
calcite	+	(+)	+	++	+	+	+
aragonite	-	-	-	+	-	-	+
minéraux argileux*	++	(+)	-	-	+	-	(+)

III. MATIÈRE ORGANIQUE.

Méthode : Attaque au $K_2Cr_2O_7$ en milieu sulfurique concentré à 80°C pendant
I heure.
Titrage en retour par le sel de Mohr.

Résultats :

Lieu	% matière organique
01	0.40
02	0.07
03	0.12
04	0.06
05	0.16
06	0.04
07	0.15

Il n'y a pas d'accumulation importante de matière organique dans les sédiments, à l'exception du point 01 qui présente une valeur légèrement supérieure à la normale.

*Estimation basée sur la raie située aux environs de 3.60 Å commune à de nombreux minéraux argileux.

IV. DOSAGE DU PHOSPHORE TOTAL.

Méthode : Fluorescence des rayons X

<u>Résultats :</u>	<u>Lieu</u>	<u>% P_2O_5</u>
	01	0.071
	02	0.055
	03	0.084
	04	0.20
	05	0.087
	06	0.054
	07	0.077

Commentaires.

Les teneurs en phosphore dans les sédiments peuvent varier considérablement localement. Aucune valeur relevée n'est a priori anormale. Il faudra disposer d'un très grand nombre de mesures pour interpréter correctement ce paramètre.

La valeur élevée en 04 est due à une association carbonates-phosphates d'origine biologique.

V. DOSAGE DU SOUFRE TOTAL.

Méthode : Fluorescence des rayons X.

<u>Résultats :</u>	<u>Lieu</u>	<u>% S</u>
	01	0.087
	02	0.031
	03	0.054
	04	0.064
	05	0.087
	06	0.030
	07	0.055

Commentaires :

Pas d'accumulation importante de soufre. Il y aurait lieu à l'avenir de distinguer les différentes variétés de soufre (essentiellement $S^=$ et $S_4^=$). Ce problème est à l'étude.

VI. DOSAGE DU MANGANESE.Méthode : Fluorescence des rayons X.

<u>Résultats :</u>	<u>Lieu</u>	<u>ppm Mn</u>
	01	99
	02	101
	03	259
	04	221
	05	82
	06	88
	07	120

Commentaires :

La teneur en manganèse peut servir d'indicateur d'origine des boues. Selon A.J. DE GROOT * les valeurs élevées en Mn que l'on trouve dans la mer du Nord (banc des Flandres, Wielingen) seraient dues à des apports récents de boues venant de la Manche.

VII. DOSAGE DU CUIVRE DANS LES SEDIMENTS.Méthode : Fluorescence des rayons X.

<u>Résultats :</u>	<u>Lieu</u>	<u>ppm Cu</u>
	01	21
	02	23
	03	22
	04	25
	05	26
	06	26
	07	30

D'après POTTER * et al., la valeur moyenne de Cu dans des sédiments marins récents est de 37.3 ppm.

Toutes les valeurs relevées sont normales.

* DE GROOT A.J. Origin and Transport of mud in coastal waters from the Western Scheldt to the Danish Frontier, in Developments in Sedimentology, Vol.I, p.93 Elsevier (Amsterdam) 1964.

** POTTER D.E.; SHIMP N.E.; WITTERS J. Trace elements in marine and fresh-waters argillaceous sediments. Geochim. & Cosmochim., V.27 p.669-694(1963).

VIII. DOSAGE DU ZINC.Méthode : Fluorescence des rayons X.

<u>Résultats :</u>	<u>Lieu</u>	<u>ppm Zn</u>
	01	20
	02	24
	03	34
	04	19
	05	28
	06	21
	07	23

Commentaires :

Ces valeurs sont relativement faibles mais comparables aux valeurs moyennes obtenues dans la marine de l'estuaire de l'Escaut (20 à 39 à 39 ppm). Dans la région portuaire fortement polluée, on trouve par contre des valeurs allant jusqu'à 700 ppm (nos mesures).

IX. DOSAGE DU CHROME.Méthode : Fluorescence des rayons X.

Les valeurs doivent être prises en considération avec prudence, car nous ne disposons pas actuellement d'étalons de bonne qualité.

Il existe une incertitude de $\pm 30\%$ relatifs sur la valeur absolue. Les variations relatives sont cependant correctes à $\pm 10\%$.

<u>Résultats :</u>	<u>Lieu</u>	<u>ppm Cr</u>
	01	82
	02	78
	03	62
	04	84
	05	95
	06	72
	07	89

Commentaires :

D'après POTTER (op.cit.), la valeur moyenne en Cr se situe à 66 pour les sédiments marins modernes. On peut donc considérer nos valeurs comme normales. Nous nous efforçons de lever l'incertitude qui pèse sur cette détermination.

X. DOSAGE DU PLOMB.

Méthodes : Fluorescence des rayons X : la méthode est rendue compliquée par l'existence d'un fond continu important dû au spectre continu des anti-cathodes.

Emission : malgré les erreurs relatives importantes liées à cette méthode, elle nous paraît actuellement préférable. Les résultats actuels doivent être considérés uniquement semi-quantitativement.

<u>Résultats</u> :	<u>Lieu</u>	<u>ppm Pb</u>
	01	18
	02	17
	03	16
	04	13
	05	10
	06	12
	07	11

CONCLUSIONS.

Bien que le nombre de points soit restreint, il nous apparaît utile de faire quelques remarques.

Les niveaux de pollution en mer étant relativement faibles, l'interprétation des analyses (teneurs en métaux lourds par exemple) devient très complexe. En effet les différents constituants minéralogiques des sédiments accumulent, dans des conditions naturelles, des quantités fort variables de divers éléments.

On ne peut pas, par exemple, comparer directement l'échantillon O2 qui est composé exclusivement de quartz aux échantillons O1 et O5 qui sont plus argileux. De même l'échantillon O4 se distingue de tous les autres prélèvements par sa teneur élevée en carbonates.

Si on limite le prélèvement des sédiments aux noeuds du modèle mathématique on risque fort de se trouver en présence d'un nombre beaucoup trop restreint d'échantillons pour pouvoir titrer des conclusions intéressantes. D'autres part certaines zones d'accumulation de boues fortement chargées en polluants peuvent échapper à l'investigation.

Il nous apparaît donc de plus en plus important de compléter les mesures effectuées aux noeuds du modèle par l'établissement d'une carte de sédiments. On pourrait envisager par exemple un relevé rapide par écho-sondeur à forte pénétration (type ORE).

On pourrait ensuite comparer valablement des sédiments semblables prélevés en des points différents et interpréter ensuite les analyses effectuées aux noeuds du modèle.

Il serait aussi intéressant de comparer les analyses d'une même fraction (par exemple la fraction argileuse) de quelques sédiments types. Ces analyses pourraient être effectuées sur les fractions granulométriques préparées par le Professeur Gullentops.